

博士論文要旨

論文題名：機械学習を用いたナンバープレート複合劣化画像 の画質改善と文字認識に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科
電子システム専攻博士課程後期課程

ツジ ヒロオ
辻 広生

本論文は監視カメラにより撮影されたナンバープレート複合劣化画像を対象とし、ナンバープレート文字読み取りシステムに対するロバスト性及び効率性を高める画質改善法、並びにシステムの適応性を高める文字認識法について提案したものである。

画質改善法としては、第一にシステムのロバスト性を高めるため、ナンバー灯による環境光の外乱がある複合劣化画像を対象とする Retinex 処理を提案した。この手法では安定性が高い機械学習法であるサポートベクター回帰を用いて画像中の環境光成分の推定精度を高めることにより外乱除去効果を向上させた。提案の Retinex 処理と従来の Retinex 処理との比較実験の結果、提案の Retinex 処理は、Retinex 処理の共通の副作用である Halo 作用を低減させ、従来の Retinex 処理に比べて文字認識の正答率を 25 パーセント以上、向上させた。

第二にシステムの効率性を高めるため、文字情報が少ない複合劣化画像を対象とするマルチフレーム超解像処理を提案した。この手法では信頼性が高い機械学習法であるサポートベクターマシンを用いて適切な画素値を選択することにより文字情報の再構成効果を向上させた。提案の超解像処理と従来の超解像処理との比較実験の結果、提案の超解像処理は、エッジ復元効果を向上させ、従来の超解像処理に比べて文字認識の正答率を 32 パーセント以上、向上させた。

文字認識法としては、システムの適応性を高めるため、複合劣化画像に映った形状が複雑で種類が多い文字を対象とする畳み込みニューラルネットワーク (CNN) による文字認識法を提案した。この手法では柔軟性が高い機械学習モデルである CNN を多重構造として CNN に入力画像の解像度調整機能と候補数の適応的制御機能を与えることにより複合劣化に対する適応性を改善した。提案の文字認識法と従来の文字認識法との平仮名認識における比較実験の結果、提案の文字認識法を用いた場合の正答率は、従来の文字認識法を用いた場合の正答率の約 1.17 倍となり、提案の文字認識法でのみ第 2 候補以内で 90 パーセント以上の正答率が得られ、実

用レベルの認識性能が達成された。

最後に本論文で提案した全手法を統合することで、文字認識の正答率が従来手法に比べて、粗い見積もりではあるものの約2倍に向上し、さらに実用レベルの認識性能でナンバープレートの平仮名を認識可能とすることで従来手法を適用した場合に比べて車両の絞り込み台数を2.4パーセント以下に低減できることを実証し、これによって車両の検索に要する人的負担と費用が劇的に軽減されることを明らかにした。

Abstract of Doctoral Thesis

Title: Study on Image Quality Improvement and Character Recognition for Composite Degradation of License Plate Images Using Machine Learning

Doctoral Program in Advanced Electrical,
Electronic and Computer Systems
Graduate School of Science and Engineering
Ritsumeikan University

ツジ ヒロオ

TSUJI Hiroo

The aim of this study is to read vehicle license plates from surveillance camera images which have composite degradation. Therefore, we propose methods for improving the image quality in a license plate reading system. These methods will increase the system's robustness and efficiency. We also propose a character recognition method, which will increase adaptability.

For image quality improvement, we first derive a Retinex-based algorithm for composite degraded images. This algorithm is robust to environmental disturbances, including changes in lighting conditions caused by license plate lamps. Disturbances are eliminated through support vector regression, which estimates lighting conditions accurately. Experimentally, the proposed algorithm achieved a recognition performance that was up to 25% better than the conventional Retinex algorithm by reducing its Halo side effect in particular.

Secondly, we derive a multi-frame super-resolution algorithm, which efficiently obtains information from composite degraded images. Using support vector machines, this algorithm can reconstruct lost information by selecting appropriate pixel intensities. Experimentally, the proposed algorithm achieved a recognition performance that was up to 32% better than the conventional one by restoring edge information in particular.

For character recognition, we derive an adaptive convolutional neural network-based method, which can recognize diversified characters with complicated shapes in composite degraded images. This method adjusts the resolution of an input image and can control the number of candidates adaptively using multi-structure convolutional neural networks. Experimentally, the proposed method achieved a

recognition performance that was up to 17% better than the conventional one. This method also correctly recognizes up to 90% of characters within the first two candidates. Therefore, we can realize a recognizing system on a practical level.

Finally, we demonstrate that a recognition system composed of our proposed methods can achieve approximately twice the recognition rate of the conventionally used system at a rough estimate and reduce the number of vehicles to be investigated to less than 2.4% by enabling hiragana license plate recognition. Our results clearly demonstrate that by integrating all of our proposed methods, the burden and expense of vehicle investigation are dramatically reduced.